

日本国特許庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日

Date of Application:

1999年 8月27日

出願番号

Application Number:

平成11年特許願第241776号

出願人

Applicant (s):

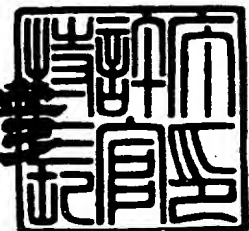
富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

1999年10月 1日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特平11-3067542

【書類名】 特許願

【整理番号】 FSP-99410

【提出日】 平成11年 8月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04N 1/309

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 境田 英之

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079049

【弁理士】

【氏名又は名称】 中島 淳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100084995

【弁理士】

【氏名又は名称】 加藤 和詳

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100085279

【弁理士】

【氏名又は名称】 西元 勝一

【電話番号】 03-3357-5171

【選任した代理人】

【識別番号】 100099025

【弁理士】

【氏名又は名称】 福田 浩志

【電話番号】 03-3357-5171

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成10年特許願第265498号

【出願日】 平成10年 9月18日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 006839

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9800120

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像変換方法、画像変換装置及び画像変換の手順を記録した記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の画素数によって表現される原画像データから、要求される画素数の画素で表現される画像データを求める画像変換方法において、

所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、前記所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、

新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の前記画像変換を行うことによって中間画像を生成し、

前記中間画像から、前記新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求めることで前記画像変換を行うことを特徴とする画像変換方法。

【請求項 2】 前記中間画像を生成する前記画像変換時の補間演算と前記中間画像から新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求める前記画像変換時の補間演算が異なることを特徴とする請求項 1 に記載の画像変換方法。

【請求項 3】 前記中間画像は、前記新たに要求される画素数よりも多い画素数であり、前記新たに要求される画素数に最も近い画素数であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載の画像変換方法。

【請求項 4】 前記中間画像は、前記原画像データを部分画像に分割し、それぞれの前記部分画像について、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の前記画像変換を行うことによって生成されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れか 1 項に記載の画像変換方法。

【請求項 5】 前記補間演算は、2 種類以上の補間演算を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の画像変換方法。

【請求項 6】 所定の画素数によって表現される原画像データから、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の補間演算を行うことによって要求される画素数によって表現

される画像データを求める画像変換方法であって、

最初、途中、又は最後に x ($1 > x > 1/2$) 倍の補間演算を行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることを特徴とする画像変換方法。

【請求項 7】 所定の画素数によって表現される原画像データから、要求される画素数の画素で表現される画像データを求める画像変換方法において、

所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、 N ($N \geq 2$ の整数) 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて、 $1/N$ 倍以上の画素数によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、

前記補間演算を複数回行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることを特徴とする画像変換方法。

【請求項 8】 前記新たに要求される画素数が $1/N$ ($N \geq 2$ の整数) 倍以下であることを特徴とする請求項 7 に記載の画像変換方法。

【請求項 9】 複数回行う前記補間演算は、変換倍率が小さい順に行うことを特徴とする請求項 7 又は請求項 8 に記載の画像変換方法。

【請求項 10】 前記補間演算は、2 種類以上の補間演算を用いることを特徴とする請求項 7 乃至請求項 9 の何れか 1 項に記載の画像変換方法。

【請求項 11】 所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定する設定手段と、

前記設定手段に設定された画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行う補間演算手段と、

前記補間演算手段を制御して、画素数が $1/2$ 倍となるように前記画像変換を繰り返し行わせることにより、原画像データから前記設定手段により設定された画素数に近い画素数の中間画像に変換させ、前記中間画像を更に設定された画素数となるように前記画像変換を行わせる制御手段と、
を有することを特徴とする画像変換装置。

【請求項 12】 所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定する設定手段と、

所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、前記所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の前記画像変換を行うことによって中間画像を生成する第 1 の補間演算手段と、

前記中間画像を更に前記設定手段に設定された画素数の画素によって表現される画像データとなるように補間演算を行う第 2 の補間演算手段と、
を有することを特徴とする画像変換装置。

【請求項 1 3】 所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定する設定手段と、

N ($N \geq 2$ の整数) 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて、 $1/N$ 倍以上の補間演算を行う補間演算手段と、

前記補間演算を複数回行うことによって前記設定手段に設定された画素数で表現される画像データとなるように前記補間演算手段を制御する制御手段と、
を有することを特徴とする画像変換装置。

【請求項 1 4】 所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、前記所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の前記画像変換を行うことにより中間画像を生成する第 1 のステップと、

第 1 のステップによって生成された前記中間画像から、新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求めることで前記画像変換を行う第 2 のステップと、

を含む、前記原画像データを設定された画素数の画素によって画像を表す画像データに変換する画像変換の手順を記録した記録媒体。

【請求項 1 5】 所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、 N ($N \geq 2$ の整数) 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて、 $1/N$ 倍以上に縮小した画素数によって表現される画像データを補間演算によって求める第 1 のステップと、

前記第 1 のステップを複数回行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求める第 2 のステップと、
を含む、前記原画像データを設定された画素数の画素によって画像を表す画像データに変換する画像変換の手順を記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、原稿画像をライン CCD スキャナ等によって読取ることによって得られた画像データから拡大縮小画像を作成する等の画像変換時に行われる補間機能を有する画像変換装置、画像変換方法及び画像変換の手順を記録した記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】

画像データに対して補間演算を施す補間演算方法としては従来より種々の方法が提案されているが、一般に 3 次のスプライン補間関数による方法がよく用いられている。この方法は、原稿画像を読取ることによって得られた原画像データ $\{Z_k\}$ を各区間ごとに 3 次関数 $\{f_k\}$ で結び、補間点の設定位置（上記区間内での設定位置）における f_k の値を補間画像データとするものである。

【0003】

このように原画像を通過する補間演算は、鮮鋭度が比較的高い補間方法であり、キュービックスプライン (Cubic Spline) 補間演算などが知られている。

【0004】

このキュービックスプライン補間演算は、デジタル的に読取って得られた連続する画素 X_{k-2} 、 X_{k-1} 、 X_k 、 X_{k+1} 、 X_{k+2} 、 \dots の画像データを Z_{k-2} 、 Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} 、 Z_{k+2} 、 \dots とする。ここで、スプライン補間関数が各区間 $X_{k-2}X_{k-1}$ 、 $X_{k-1}X_k$ 、 X_kX_{k+1} 、 $X_{k+1}X_{k+2}$ 、ごとにそれぞれ設定され、各区間に対応するスプライン補間関数を f_{k-2} 、 f_{k-1} 、 f_k 、 f_{k+1} 、 f_{k+2} 、 \dots とする。この補間関数はいずれも各区間の位置を変数とする 3 次関数である。

【0005】

ここで、補間しようとする点（以下、補間点という） X_p が区間 $X_k X_{k+1}$ の範囲にある場合について説明する。なお、区間 $X_k X_{k+1}$ に対応するスプライン補間関数 f_k は式（1）で表される。

【0 0 0 6】

$$f_k(x) = A_k x^3 + B_k x^2 + C_k x + D_k \cdots \cdots (1)$$

$$f_k(X) = Z_k \cdots \cdots (2)$$

$$f_k(X_{k+1}) = Z_{k+1} \cdots \cdots (3)$$

$$f'_k(X_k) = f'_{k-1}(X_k) \cdots \cdots (4)$$

$$f'_k(X_{k+1}) = f'_{k+1}(X_{k+1}) \cdots \cdots (5)$$

なお、 f' は関数 f の第1階微分（ $3A_k x^2 + 2B_k x + C_k$ ）を表すものである。

【0 0 0 7】

ここで、キュービックスプライン補間演算は厳密には第2階微分係数の連続条件も含むがこの第2階微分係数の連続条件によれば演算式が複雑になるため、上記のように簡略化して用いるのが一般的である。

【0 0 0 8】

また、キュービックスプライン補間演算においては、画素 X_k における第1階微分係数が、その画素 X_k の前後の画素である X_{k-1} 、 X_{k+1} とについて、これらの画像データ Z_{k-1} 、 Z_{k+1} の勾配 $(Z_{k+1} - Z_{k-1}) / (X_{k+1} - X_{k-1})$ に一致することが条件であるから、式（6）を満たす必要がある。

【0 0 0 9】

$$f'_k(X_k) = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / (X_{k+1} - X_{k-1}) \cdots \cdots (6)$$

同時に、画素 X_{k+1} における第1階微分係数が、その画素 X_{k+1} の前後の画素である X_k と X_{k+2} とについて、これらの画像データ Z_k 、 Z_{k+2} の勾配 $(Z_{k+2} - Z_k) / (X_{k+2} - X_k)$ に一致することが条件であるから、式（7）を満たす必要がある。

【0 0 1 0】

$$f'_k(X_{k+1}) = (Z_{k+2} - Z_k) / (X_{k+2} - X_k) \cdots \cdots (7)$$

ここで、各区間 $X_{k-2} X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} X_k$ 、 $X_k X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} X_{k+2}$ の間隔（格子間

隔) を 1 とし、画素 X_k からの画素 X_{k+1} 方向への補間点 X_p の位置を t ($0 \leq t \leq 1$) とすれば、式 (1) ~ 式 (7) より、

$$f_k(0) = D_k = Z_k$$

$$f_k(1) = A_k + B_k + C_k + D_k = Z_{k+1}$$

$$f'_k(0) = C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

$$f'_k(1) = 3A_k + 2B_k + C_k = (Z_{k+2} - Z_k) / 2$$

従って、

$$A_k = (Z_{k+2} - 3Z_{k+1} + 3Z_k - Z_{k-1}) / 2$$

$$B_k = (-Z_{k+2} + 4Z_{k+1} - 5Z_k + 2Z_{k-1}) / 2$$

$$C_k = (Z_{k+1} - Z_{k-1}) / 2$$

$$D_k = Z_k$$

なお、スプライン補間関数 $f_k(x)$ は上述の通り、 $X = t$ なる変数変換をしているため、

$$f_k(X) = f_k(t)$$

となる。よって、補間点 X_p における補間画像データ Z_p は、

$$Z_p = f_k(t) = A_k t^3 + B_k t^2 + C_k t + D_k \cdots (8)$$

$$\begin{aligned} Z_p = & ((-t^3 + 2t^2 - t) / 2) Z_{k-1} \\ & + ((3t^3 - 5t^2 + 2) / 2) Z_k \\ & + ((-3t^3 + 4t^2 + t) / 2) Z_{k+1} \\ & + ((t^3 - t^2) / 2) Z_{k+2} \cdots (9) \end{aligned}$$

ここで、原画像データ Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} の各係数を補間係数 $c_{k-1}(t)$ 、 $c_k(t)$ 、 $c_{k+1}(t)$ 、 $c_{k+2}(t)$ と称する。すなわち、式 (9) における原画像データ Z_{k-1} 、 Z_k 、 Z_{k+1} に対応する補間係数 $c_{k-1}(t)$ 、 $c_k(t)$ 、 $c_{k+1}(t)$ 、 $c_{k+2}(t)$ は、

$$c_{k-1}(t) = (-t^3 + 2t^2 - t) / 2$$

$$c_k(t) = (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2$$

$$c_{k+1}(t) = (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2$$

$$c_{k+2}(t) = (t^3 - t^2) / 2$$

となる。

【0 0 1 1】

以上の演算を各区間 $X_k X_{k-1}$ 、 $X_{k-1} X_k$ 、 $X_k X_{k+1}$ 、 $X_{k+1} X_{k+2}$ について繰り返すことにより、原画像データの全体について原画像データとは間隔の異なる補間画像データを求めることができる。

【0 0 1 2】

また、言い換えるとキュービックスプライン補間演算は、式（9）からわかるように、周辺の4点を加重平均することによって補間点を演算している。

【0 0 1 3】

【発明が解決しようとしている課題】

しかしながら、上述のように原画像の画素値を加重平均することにより補間を行う場合に、画質を向上させるためには、加重平均に用いる原画像の画素が多く用いることが考えられるが、その分の計算処理時間がかかるようになってしまう。

【0 0 1 4】

本発明は、上述を考慮して画像変換時の計算処理効率を向上し、且つ、画像変換後の画質を従来よりも向上することが目的である。

【0 0 1 5】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、所定の画素数によって表現される原画像データから、要求される画素数の画素で表現される画像データを求める画像変換方法において、所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、前記所定の画素数に対して1/2倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数1/2倍の前記画像変換を行うことによって中間画像を生成し、前記中間画像から、前記新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求めることで前記画像変換を行うことを特徴としている。

【0 0 1 6】

請求項1に記載の発明によれば、所定の画素数によって表現される原画像データから、要求される画素数の画素で表現される画像データを求める画像変換方法

において、所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、原画像データの所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素で表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換（例えば、キュービックスプライン補間演算）を行い、更に、新たに要求される画素数に近い画素数になるまで画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行うことによって中間画像を生成し、生成された中間画像より新たに要求される画素数へキュービックスプライン補間演算等の補間演算によって画像変換を行う。これによって新たに要求される画素数の画像を得ることができる。

【0017】

このように、中間画像を生成する際に、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返すことにより、より多くの周辺画素を反映した補間を行うことができる。また、画素数 $1/2$ 倍の簡易な画素数への変換であるため、計算処理時間を多大に必要としないため、計算処理効率を向上することが可能である。すなわち、計算時間をかけずに、画像変換された画像の画質を向上することができる。

【0018】

請求項 2 に記載の発明は、前記中間画像を生成する前記画像変換時の補間演算と前記中間画像から新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求める前記画像変換時の補間演算が異なることを特徴としている。

【0019】

請求項 2 に記載の発明によれば、中間画像を生成する際には、例えば、原画像データを連続的に表現するための補間曲線を生成し、生成された補間曲線において所定の変異率で一律に変移させ、且つ、原画像データの画素数に対して $1/2$ 倍の画素数で表現される画像データを補間演算によって求める補間法（以下、画素ずらしキュービックスプライン補間演算という。）によって中間画像を求めれば、画素数 $1/2$ 倍の画像変換によって生じる画質劣化を軽減することができる。また、生成された中間画像からの画像変換は、キュービックスプライン補間演算等の通常の補間演算で新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求めるようにしてもよい。

【0020】

請求項 3 に記載の発明は、前記中間画像は、前記新たに要求される画素数よりも多い画素数であり、前記新たに要求される画素数に最も近い画素数であることを特徴としている。

【 0 0 2 1 】

請求項 3 に記載の発明によれば、原画像データから繰り返し $1/2$ 倍の画素数へ画像変換を行うことによって得られた中間画像の画素数が、新たに要求される画素数よりも多い画素数で、新たに要求される画素数に最も近い画素数とすることにより、続いて行われる新たに要求される画素数への画像変換の補間処理で、中間画像を新たに要求される画素数よりも少ない画素数にした時と比較して画質を向上することができる。

【 0 0 2 2 】

請求項 4 に記載の発明は、前記中間画像は、前記原画像データを部分画像に分割し、それぞれの前記部分画像について、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の前記画像変換を行うことによって生成されることを特徴としている。

【 0 0 2 3 】

請求項 4 に記載の発明によれば、原画像データから繰り返し $1/2$ 倍の画素数へ画像変換を行うことによって得られる中間画像を生成する際に、原画像データを部分画像に分割し、分割された部分画像について繰り返し $1/2$ 倍の画素数へ画像変換を行い、続いて順次他の部分画像について同様に繰り返し $1/2$ 倍の画素数へ画像変換することによって中間画像を生成する。このようにして中間画像を生成することにより、中間画像を生成する際のメモリを節約することができる。

【 0 0 2 4 】

請求項 5 に記載の発明は、請求項 1 に記載の発明において、前記補間演算は、2 種類以上の補間演算を用いることを特徴としている。

【 0 0 2 5 】

請求項 5 に記載の発明によれば、請求項 1 に記載の発明において、補間演算としては、線形補間やキュービックスプライン補間などの補間方法を 2 種類以上使用することが可能である。また、速度重視の補間演算と画質重視の補間演算を組

み合わせて行うことにより、処理速度（計算速度）と画質を両立することができる。

【0026】

例えば、複数回行う $1/2$ 倍の補間演算のうち、はじめの方の補間演算は、速度重視の線形補間を行い、後の方の補間演算は、画質重視のキュービックスプライン補間を行うことによって処理速度と画質の両立を行うことが可能である。

【0027】

請求項6に記載の発明は、所定の画素数によって表現される原画像データから、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の補間演算を行うことによって要求される画素数によって表現される画像データを求める画像変換方法であって、最初、途中、又は最後に x ($1 > x > 1/2$) 倍の補間演算を行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることを特徴としている。

【0028】

請求項6に記載の発明によれば、新たに要求される画素数が $1/2^n$ (n : 自然数) 以外の倍率である場合に、繰り返し $1/2$ 倍の補間演算を行う最初、途中、又は最後に x 倍の補間演算を行うことによって新たに要求される画素数に変換することができる。例えば、新たに要求される画素数が $1/2^n$ (n : 自然数) 以外の倍率である場合には、繰り返し行う $1/2$ 倍の補間演算の他に x 倍の補間演算が必要となるが、 x 倍の補間演算は繰り返し $1/2$ 倍の補間演算を行う最初、途中又は最後の何れかのタイミングで行うことにより新たに要求される画素数の画素で表される画像データに変換することができる。

【0029】

請求項7に記載の発明は、所定の画素数によって表現される原画像データから、要求される画素数の画素で表現される画像データを求める画像変換方法において、所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、 N ($N \geq 2$ の整数) 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて、 $1/N$ 倍以上の画素数によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、前記補間演算を複数回行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることを特徴としている。

【0030】

請求項7に記載の発明によれば、画素数を $1/a$ 倍に変換することは、原画像の a 画素毎に補間点を決めて補間することを意味する。すなわち、 N 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて画素数を縮小するように画像変換する場合には、少なくとも $1/N$ 倍以上の変換を行うことによって、変換前の画素における画像データを変換後の画像データに反映することができる。従って、 $1/N$ 倍以上の補間演算を繰り返すことによって、新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることにより画像変換後の画質を向上することができる。

【0031】

また、 $N \times N$ サイズのフィルタを用いて画像変換を行った場合には、 N^2 回の乗算を必要とする。そこで、請求項7に記載の発明では、 $1/N$ 倍以上の変換を繰り返すことによって、新たに要求される画素数で表現される画像データに変換することにより乗算回数を減少させることができる。例えば、画像サイズが縦 m 画素、横 n 画素の画像を 4×4 サイズのフィルタを用いて3回の画像変換（例えば、 $29/45$ 倍、 $17/29$ 倍、 $10/17$ 倍の画像変換）を行うことにより $2/9$ 倍に画像変換する場合と、 12×12 サイズのフィルタを用いて $2/9$ 倍に画像変換を行う場合を比較すると、前者の場合は、 $\{4^2 + 4^2 (29/45)^2 + 4^2 (17/45)^2\} mn = 25 mn$ 回の乗算回数で画像変換を行うことができ、後者の場合は、 $12^2 = 144$ 回の乗算回数で画像変換を行うことができる。すなわち、 $1/N$ 倍以上の変換を複数回行い、新たに要求される画素数で表現される画像データに変換することによって、計算時間を短縮することができる。

【0032】

従って、画像変換次の計算処理効率を向上し、且つ、画像変換後の画質を従来よりも向上することができる。

【0033】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の発明において、前記新たに要求される画素数が $1/N$ ($N \geq 2$ の整数) 倍以下であることを特徴としている。

【0034】

請求項 8 に記載の発明によれば、請求項 7 に記載の発明において、新たに要求される画素数が $1/N$ 倍以下である場合に $1/N$ 倍以上の補間演算を繰り返すことが可能となる。

【 0 0 3 5 】

請求項 9 に記載の発明は、請求項 7 又は請求項 8 に記載の発明において、複数回行う前記補間演算は、変換倍率が小さい順に行うことを特徴としている。

【 0 0 3 6 】

請求項 9 に記載の発明によれば、請求項 7 又は請求項 8 に記載の発明において、複数回の画像変換を繰り返すことによって新たに要求される画素数に変換する場合には、後の方で行われた画像変換後の 1 画素は、前の方で行われた画像変換後の 1 画素に比べて、原画像における画素が多く反映される。従って、変換倍率が小さい順に補間演算を行うことによって、後の方の画像変換による画質劣化を防止することができる。

【 0 0 3 7 】

請求項 1 0 に記載の発明は、請求項 7 乃至請求項 9 の何れか 1 項に記載の発明において、前記補間演算は、2 種類以上の補間演算を用いることを特徴としている。

【 0 0 3 8 】

請求項 1 0 に記載の発明によれば、請求項 7 乃至請求項 9 の何れか 1 項に記載の発明において、複数回行う補間演算としては、線形補間やキュービックスプライン補間などの補間方法を 2 種類以上使用することが可能である。また、速度重視の補間演算と画質重視の補間演算を組み合わせる行うことにより、処理速度（計算速度）と画質を両立することができる。

【 0 0 3 9 】

例えば、複数回行う補間演算のうち、はじめの方の補間演算は、速度重視の線形補間を行い、後の方の補間演算は、画質重視のキュービックスプライン補間を行うことによって処理速度と画質の両立を行うことが可能である。

【 0 0 4 0 】

請求項 1 1 に記載の発明は、所定の画素数の画素によって表現される原画像デ

一タの画像変換後の画素数を設定する設定手段と、前記設定手段に設定された画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行う補間演算手段と、前記補間演算手段を制御して、画素数が $1/2$ 倍となるように前記画像変換を繰り返し行わせることにより、原画像データから前記設定手段により設定された画素数に近い画素数の中間画像に変換させ、前記中間画像を更に設定された画素数となるように前記画像変換を行わせる制御手段と、を有することを特徴としている。

【0041】

請求項 1 1 に記載の発明によれば、所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定手段によって設定する。補間演算手段では、所望の画素数の画素によって表される画像データを補間演算を行うことにより画像変換を行う。制御手段は、この補間演算手段を制御し、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の画像変換を行わせることにより、設定手段に設定される画素数に近い画素数の中間画像を生成させる。また、生成された中間画像を更に設定手段に設定された画素数へ補間演算手段に補間演算を行わせることにより画像変換させ、設定手段に設定された画素数の補間画像を得ることができる。このように、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行うことにより中間画像が生成されるため、原画像データにおける周辺画素を多く反映した補間が行われ、画質を向上することができる。また、画素数 $1/2$ 倍の画像変換は、簡易な計算により行うことができ、計算時間を多大に必要としないため、計算処理効率を向上することができる。

【0042】

すなわち、計算時間をかけずに画像変換された画像の画質を向上することができる。

【0043】

請求項 1 2 に記載の発明は、所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定する設定手段と、所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、前記所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍

の前記画像変換を行うことによって中間画像を生成する第1の補間演算手段と、前記中間画像を更に前記設定手段に設定された画素数の画素によって表現される画像データとなるように補間演算を行う第2の補間演算手段と、を有することを特徴としている。

【0044】

請求項12に記載の発明によれば、所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定手段によって設定する。第1の補間演算手段では、所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の画像変換を行うことによって中間画像を生成する。なお、中間画像を生成する際の補間法は、上述した画素ずらしキュービックスプライン補間演算等の補間演算で画像変換を行うことにより、画質の劣化を軽減することができる。こうして、生成された中間画像は、第2の補間演算手段によって、設定手段に設定された画素数へ画像変換が行われる。この時の補間法は、通常のキュービックスプライン補間演算等の補間法が行われ、設定手段に設定された画素数の画像を得ることができる。このように、第1の補間演算手段によって、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行うことにより中間画像が生成されるため、原画像データにおける周辺画素を多く反映した補間が行われ、画質を向上することができる。また、画素数 $1/2$ 倍の画像変換は、簡易な計算により行うことができ、計算時間を多大に必要としないため、計算処理効率を向上することができる。

【0045】

すなわち、計算時間をかけずに画像変換された画像の画質を向上することができる。

【0046】

請求項13に記載の発明は、所定の画素数の画素によって表現される原画像データの画像変換後の画素数を設定する設定手段と、 N ($N \geq 2$ の整数)画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて、 $1/N$ 倍以上の補間演算を行う補間演算手段と、前記補間演算を複数回行うことによって前記設定手段に設定され

た画素数で表現される画像データとなるように前記補間演算手段を制御する制御手段と、を有することを特徴としている。

【0047】

請求項13に記載の発明によれば、画素数を $1/a$ 倍に変換することは、原画像の a 画素毎に補間点を決めて補間することを意味する。すなわち、 N 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて画素数を縮小するように画像変換する場合には、少なくとも $1/N$ 倍以上の変換を行うことによって、変換前の画素における画像データを変換後の画像データに反映することができる。そこで、請求項13の発明は、設定手段により所定の画素数の画素によって表現される原画像データを画像変換によって変換する画素数を設定し、補間演算手段により、設定手段で設定された画素数の画素によって表現される画像データを複数回の N サイズのフィルタを用いた $1/N$ 倍以上の補間演算によって求める。制御手段は、設定された画素数になるように設定手段により設定された変換倍率を分解し、分解された変換倍率の補間演算を補間演算手段を制御して複数回行わせることによって新たに要求される画素数の画像データに変換する。すなわち、 $1/N$ 倍以上の変換を繰り返し、新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることにより画像変換後の画質を向上することができる。

【0048】

また、 $N \times N$ サイズのフィルタを用いて画像変換を行った場合には、 N^2 回の乗算を必要とする。そこで、請求項13に記載の発明では、制御手段が補間演算手段を制御して $1/N$ 倍以上を繰り返し行わせて、新たに要求される画素数の画素で表現される画像データに変換することにより乗算回数を減少させることができる。例えば、画像サイズが縦 m 画素、横 n 画素の画像を 4×4 サイズのフィルタを用いて3回の画像変換（例えば、 $29/45$ 倍、 $17/29$ 倍、 $10/17$ 倍の画像変換）を行うことにより $2/9$ 倍に画像変換する場合と、 12×12 サイズのフィルタを用いて $2/9$ 倍に画像変換を行う場合を比較すると、前者の場合は、 $\{4^2 + 4^2 (29/45)^2 + 4^2 (17/45)^2\} mn = 25mn$ 回の乗算回数で画像変換を行うことができ、後者の場合は、 $12^2 = 144$ 回の乗算回数で画像変換を行うことができる。すなわち、 $1/N$ 倍以上の変換を複数回行

い、新たに要求される画素数で表現される画像データに変換することによって、計算時間を短縮することができる。

【0049】

従って、画像変換次の計算処理効率を向上し、且つ、画像変換後の画質を従来よりも向上することができる。

【0050】

請求項 1 4 に記載の発明は、所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、前記所定の画素数に対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを補間演算によって求めることで画像変換を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の前記画像変換を行うことにより中間画像を生成する第 1 のステップと、第 1 のステップによって生成された前記中間画像から、新たに要求される画素数の画素で表現される画像データを求めることで前記画像変換を行う第 2 のステップと、を含む、前記原画像データを設定された画素数の画素によって画像を表す画像データに変換する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録されていることを特徴としている。

【0051】

請求項 1 4 に記載の発明によれば、第 1 のステップにて所定の画素数の画素によって画像を表す原画像データから、原画像データに対して $1/2$ 倍の画素数の画素によって表現される画像データを求める補間演算を行い、新たに要求される画素数近くの画素数になるまで、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の画像変換を行うことにより中間画像を生成する。このようにして、生成された中間画像は、原画像データの周辺画素を多く反映した補間を行うことができるため、画質を向上することができる。また、画素数 $1/2$ 倍の簡易な画像変換であるため、計算処理効率を向上することができる。続いて、第 2 のステップにて、生成された中間画像から更に設定された画素数の画素によって表現される画像データを求めることができる。このような手順にて画像変換を行うことにより、計算処理効率を向上することができると共に、通常補間によって得られた画像データよりも画質を向上することができる。

【0 0 5 2】

また、第 1 のステップで中間画像を生成する際の補間法は、上述した画素ずらしキュービックスプライン補間等の補間法で画像変換を行うようにすれば、画質の劣化を軽減することができる。

【0 0 5 3】

請求項 1 5 に記載の発明は、所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、 N ($N \geq 2$ の整数) 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて、 $1/N$ 倍以上に縮小した画素数によって表現される画像データを補間演算によって求める第 1 のステップと、前記第 1 のステップを複数回行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求める第 2 のステップと、を含む、前記原画像データを設定された画素数の画素によって画像を表す画像データに変換する処理をコンピュータに実行させるためのプログラムが記録されていることを特徴としている。

【0 0 5 4】

請求項 1 5 に記載の発明によれば、画素数を $1/a$ 倍に変換することは、原画像を a 画素毎に補間点を決めて補間することを意味する。すなわち、 N 画素から補間点を求める N サイズのフィルタを用いて画素数を縮小するように画像変換する場合には、少なくとも $1/N$ 倍以上の変換を行うことによって、変換前の画素における画像データを変換後の画像データに反映することができる。従って、請求項 1 5 の発明では、第 1 のステップにて所定の画素数の画素によって表現される原画像データから、 N サイズのフィルタを用いて $1/N$ 倍以上に縮小した画素数によって表現される画像データを補間演算によって求める。そして、第 2 のステップにて第 1 のステップを複数回行うことによって新たに要求される画素数で表現される画像データを求めることによって、画像変換後の画質を向上することができる。

【0 0 5 5】

また、 $N \times N$ サイズのフィルタを用いて画像変換を行った場合には、 N^2 回の乗算を必要とする。そこで、請求項 1 5 の発明では、第 1 のステップ及び第 2 のステップにて $1/N$ 倍以上の変換を複数回行うことによって、新たに要求される

画素数で表現される画像データに変換することにより乗算回数を減少させることができる。例えば、画像サイズが縦 m 画素、横 n 画素の画像を 4×4 サイズのフィルタを用いて3回の画像変換（例えば、 $29/45$ 倍、 $17/29$ 倍、 $10/17$ 倍の画像変換）を行うことにより $2/9$ 倍に画像変換する場合と、 12×12 サイズのフィルタを用いて $2/9$ 倍に画像変換を行う場合を比較すると、前者の場合は、 $\{4^2 + 4^2 (29/45)^2 + 4^2 (17/45)^2\} mn = 25 mn$ 回の乗算回数で画像変換を行うことができ、後者の場合は、 $12^2 = 144$ 回の乗算回数で画像変換を行うことができる。すなわち、 $1/N$ 倍以上の変換を複数回行い、新たに要求される画素数で表現される画像データに変換することによって、計算時間を短縮することができる。

【0056】

従って、画像変換次の計算処理効率を向上し、且つ、画像変換後の画質を従来よりも向上することができる。

【0057】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態の一例を詳細に説明する。

〔第1実施形態〕

図1には、本発明の実施の形態に係るデジタルラボシステム10の概略構成図が示されている。

【0058】

図1に示すように、このデジタルラボシステム10は、画像入力部12、画像変換部14、レーザプリンタ部16、プロセッサ部18によって構成されている。

【0059】

画像入力部12は、ネガフィルムやリバーサルフィルム等の写真フィルムに記録されているコマ画像を読み取るためのものであり、例えば135サイズの写真フィルム、110サイズの写真フィルム、及び透明な磁気層が形成された写真フィルム（240サイズの写真フィルム：所謂APSフィルム）、120サイズ及び220サイズ（ブローニサイズ）の写真フィルムのコマ画像を読取対象とする

ことができる。画像入力部 1 2 は、上記の読取対象のコマ画像をライン CCD 3 0 で読取り、増幅器 AMP 3 2 によって増幅され、A/D 変換機 3 4 によって A/D 変換された後、画像データを画像変換部 1 4 へ出力する。

【 0 0 6 0 】

なお、本実施の形態では、1 3 5 サイズの写真フィルム等の感光材料（以下、単に写真フィルムと称する）を適用した場合のデジタルラボシステム 1 0 として説明する。

【 0 0 6 1 】

画像入力部 1 2 は、光源部 2 0 と写真フィルム 1 0 0 に照射する光を拡散光とする導光部材としてのアクリルブロック 2 2 と光拡散板 2 4 が順に配置されている。

【 0 0 6 2 】

写真フィルム 1 0 0 は、アクリルブロック 2 2 の光射出側（光拡散板 2 4 が配設された側）に配置されたフィルムキャリア 2 6 によって、コマ画像の画面が光軸と垂直になるように搬送される。

【 0 0 6 3 】

また、写真フィルム 1 0 0 を挟んで光源部 2 0 と反対側には、光軸に沿って、コマ画像を透過した光を結像させるレンズユニット 2 8、ライン CCD 3 0 が順に配置されている。なお、レンズユニット 2 8 として単一のレンズのみを示しているが、レンズユニット 2 8 は、実際には複数枚のレンズから構成されたズームレンズである。

【 0 0 6 4 】

ライン CCD 3 0 は、複数の CCD セルが搬送される写真フィルム 1 0 0 の幅方向に沿って一列に配置され、且つ電子シャッタ機構が設けられたセンシング部が、間隔を空けて互いに平行に 3 ライン設けられており、各センシング部の光入射側に R、G、B の色分解フィルタの何れかが各々取り付けられて構成されている（所謂 3 ラインカラー CCD）。ライン CCD 3 0 は、各センシング部の受光面がレンズユニット 2 8 の結像点位置に一致するように配置されている。

【 0 0 6 5 】

また、各センシング部の近傍には転送部が各センシング部に対応して各々設けられており、各センシング部の各CCDセルに蓄積された電荷は、対応する転送部を介して順に転送される。

【0066】

画像変換部14では、画像入力部12から出力された画像データ（スキャン画像データ）が入力されると共に、デジタルカメラ36等での撮影によって得られた画像データ、原稿（例えば反射原稿等）をスキャナ38（フラットベット型）で読取ることによって得られた画像データ、他のコンピュータで生成され、フロッピーディスクドライブ42、MOドライブ又はCDドライブ44に記録された画像データ、及びモデム40を介して受信する通信画像データ等（以下、これらをファイル画像データと総称する）を外部から入力することも可能なように構成されている。

【0067】

画像変換部14には、変換する画素数の設定値を入力するキーボード48Kを備える入力部48と、キュービックスプライン演算を行うことによって画素数の変換を行う補間処理部52と、補間処理部52の制御を行う制御部50と、補間処理部52によって画像変換された画像データに対して各種の画像処理（色階調処理、ハイパートーン処理、ハイパーシャープネス処理等）を施す画像処理部58により構成されている。

【0068】

画像変換部14では、入力部48のキーボード48Kに入力される変換後の画素数の設定値に従って、制御部50の補間処理部52を制御することにより、写真フィルム100に記録されたコマ画像から画素数1/2倍の画像変換を繰り返して行い、設定された画素数に近い画素数の中間画像へ画像変換される。続いて、中間画像から最終的に設定された画素数の画像への画像変換が行われる。ここで、中間画像生成時に行われる画像変換は、画素数を簡易比率の1/2倍に変換する補間演算のみ行うため、計算処理時間を短縮することができる。

【0069】

また、こうして作成された設定値に近い画素数の中間画像は、制御部50の制

御により、補間処理部 5 2 にて、設定された画素数へ最終的に画像変換が行われる。補間処理部 5 2 で最終的に画像変換された補間画像データは、画像処理部 5 8 で、各種の画像処理が施され、記録用画像データとして、レーザプリンタ部 1 6 の画像メモリ 5 8 へ出力される。なお、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行い中間画像を生成する際、変換前の画素数が $2N+1$ (奇数) の場合、画像変換後の画素数は、 N でも $N+1$ でもどちらでもよい。

【0070】

また、画像変換部 1 4 は、補間処理等の画像変換及び画像処理を行った画像データを画像ファイルとして外部へ出力する (例えば、FD、MO、CD等の記憶媒体に出力したり、通信回線を介して他の情報処理器へ送信する等) ことも可能とされている。

【0071】

レーザプリンタ部 1 6 は R、G、B のレーザ光源 6 4 を備えており、レーザドライバ 6 2 を制御して、画像変換部 1 4 から入力された記録用画像データ (一旦、画像メモリ 6 0 に記憶される) に応じて変調したレーザ光を印画紙に照射して、走査露光 (本実施の形態では、主としてポリゴンミラー 6 6、 $f\theta$ レンズ 6 8 を用いた光学系) によって印画紙 7 0 に画像を記録する。また、プロセッサ部 1 8 は、レーザプリンタ部 1 6 で走査露光によって画像が記録された印画紙 6 8 に対し、発色現像、漂白定着、水洗、乾燥の各処理を施す。これにより、印画紙上に画像が形成される。

【0072】

ここで、制御部 5 0 の制御により、補間処理部 5 2 で行われる補間処理について、図 2 を参照して説明する。

【0073】

図 2 (A) は、キュービックスプライン補間演算にて画素数 $1/4$ 倍の任意の点の補間値 Z_p を求める場合を示した図である。また、図 2 (B) はキュービックスプライン補間演算にて画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行うことにより、画素数 $1/4$ 倍の任意の点の補間値 Z_p を求める場合 (制御部 5 0 の制御により補間処理部 5 2 で作成される中間画像の補間値を求める場合) を示した図であ

る。

【0 0 7 4】

図 2 (A) に示すようにキュービックスプライン補間演算によって画素数 1 / 4 倍の任意の点の補間値 Z_p 求めた場合、求められた補間値 Z_p は、原画像データの周辺 4 画素の画素データしか反映されないため画質が劣化してしまう。これに対して、図 2 (B) では、画素数 1 / 2 倍の画像変換を繰り返し行い中間画像を作成し、中間画像から最終的に設定された画素数に変換する場合について説明する。

【0 0 7 5】

キュービックスプライン補間演算において、画素数 1 / 2 倍の補間演算を行う場合、補間係数が決まった係数となり、求める補間値 Z_p は、式 (1 0) のように表され、

$$Z_p = B Z_0 + A Z_1 + A Z_2 + B Z_3 \cdots (1 0)$$

ここで、

Z_0, Z_1, Z_2, Z_3 : 原画像データの中の周辺 4 点の画素データ

A : 補間係数 (実際には、 $A = 0.5625$)

B : 補間係数 (実際には、 $B = -0.0625$)

である。

【0 0 7 6】

このように、単純な加重平均の計算で、且つ、固定された補間係数で補間演算が行われるため、計算処理時間の効率を向上することができる。

【0 0 7 7】

また、図 2 (B) の補間値 $Z_{p1}, Z_{p2}, Z_{p3}, Z_{p4}$ を求める場合、式 (1 0) を利用して式 (1 2) ~ 式 (1 5) で表される。

【0 0 7 8】

$$Z_{p1} = B Z_0 + A Z_1 + A Z_2 + B Z_3 \cdots (1 2)$$

$$Z_{p2} = B Z_2 + A Z_3 + A Z_4 + B Z_5 \cdots (1 3)$$

$$Z_{p3} = B Z_4 + A Z_5 + A Z_6 + B Z_7 \cdots (1 4)$$

$$Z_{p4} = B Z_6 + A Z_7 + A Z_8 + B Z_9 \cdots (1 5)$$

ここで、

$Z_0 \sim Z_9$: 画素値

A : 補間係数 (実際には、 $A = 0.5625$)

B : 補間係数 (実際には、 $B = -0.0625$)

である。

となり、これより、求める補間値 Z_p は、

$$\begin{aligned} Z_p = & B^2 Z_0 + A B Z_1 + 2 A B Z_2 + (A^2 + B^2) Z_3 \\ & + (A^2 + A B) Z_4 + (A^2 + A B) Z_5 + (A^2 + B^2) Z_6 \\ & + 2 A B Z_7 + A B Z_8 + B^2 Z_9 \cdots (16) \end{aligned}$$

となる。

【0079】

式 (16) から見てわかるように、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行っていくことにより、求められる補間値 Z_p は、周辺の画素値を広く反映しているため、画質を向上することができる。

【0080】

更に、設定された画素数が $1/2^n$ (n は整数) 以外の画素数の場合は、設定された画素数に近い画素数の中間画像から、最終的に中間画像をキュービックスプライン補間演算によって、設定された画素数に変換される。

【0081】

すなわち、1回で設定された画素数に変換しないで、 $1/2$ 倍の画素数への画像変換を繰り返し行い、設定された画素数に近い画素数の補間データから補間演算されるため、最終的に得られる画像データの画質を向上することができる。

【0082】

次に、本実施の形態の作用について、図3のフローチャートを参照して説明する。

【0083】

ステップ200で、画像入力部12での原稿画像の読取りが行われ、画像変換部14の画像メモリ46に読取られた画像データが出力される。

【0084】

続いて、ステップ 2 0 2 では、画像変換部 1 4 の入力部 4 8 にキーボード 4 8 K によって、変換する画素数の設定値（縦 W_x 、横 H_x ）が入力され、ステップ 2 0 4 へ移る。なお、設定値は、拡大縮小倍率、又は、原稿画像サイズと画像変換後の画像サイズ等を入力するようにしてもよい。

【 0 0 8 5 】

ステップ 2 0 4 では、制御部 5 0 によって原稿画像の画素数（縦 W_0 、横 H_0 ）を $W = W_0$ 、 $H = H_0$ として演算条件が設定される。次のステップ 2 0 6 では、画素数が $W / 2 < W_x$ 、又は、 $H / 2 < H_x$ の判定が行われる。ステップ 2 0 6 の判定が、否定判定されるとステップ 2 0 8 へと移行する。

【 0 0 8 6 】

ステップ 2 0 8 では、制御部の制御により補間処理部 5 2 によって画素数 $1 / 2$ 倍へ画像変換を行うキュービックスプライン補間演算が行われる。続いてステップ 2 1 0 で制御部 5 0 では、演算条件が $W = W / 2$ 、 $H = H / 2$ に置き換えられ、再びステップ 2 0 6 での判定が行われる。ステップ 2 0 6 ～ステップ 2 1 0 は、ステップ 2 0 6 の判定で肯定されるまで制御部 5 0 の制御により補間処理部 5 2 での画素数 $1 / 2$ 倍のキュービックスプライン補間演算が行われる。すなわち、設定された画素数に近い画素数の中間画像となるまで画素数 $1 / 2$ 倍への画像変換が繰り返される。

【 0 0 8 7 】

ステップ 2 0 6 の判定が肯定判定されると、ステップ 2 1 2 へ移行する。ステップ 2 1 2 では、上述のステップによって画像変換された中間画像に対して、制御部 5 0 の制御によって補間処理部 5 2 では、設定された画素数へと最終的に変換するために、キュービックスプライン補間演算が行われ、ステップ 2 1 4 へ移行する。なお、ここで行われるキュービックスプライン補間演算は、画素数を少なくする補間演算が行われる。

【 0 0 8 8 】

ステップ 2 1 4 では、設定された画素数に変換された補間画像データが画像処理部 5 8 へと出力される。次のステップ 2 1 6 で、画像処理部 5 8 に出力された補間画像データに対して各種の画像処理（色階調処理、ハイパートーン処理、ハ

イパーシャープネス処理等)が行われ、記録用画像データとしてレーザプリンタ部16の画像メモリ60へ出力される。レーザプリンタ部16の画像メモリ60に出力された記録用画像データは、レーザプリンタ部16のレーザドライバ62、レーザ光源64、ポリゴンミラー66、fθレンズ68によって、印画紙70に画像が記録され、プロセッサ部18で画像が記録された印画紙に対して、発色現像、漂白定着、水洗、乾燥の各処理が施される。これによって、印画紙上に画像が形成される。

【0089】

なお、ステップ208で画素数1/2倍のキュービックスプライン補間演算をおこなうようにしたが、ステップ208の画素数1/2倍のキュービックスプライン補間演算をフィルタを用いた補間演算等の他の補間法により行うようにしてもよい。このフィルタを用いた補間演算は、例えば、次のようにして補間値を求めるものである。

【0090】

原画像の画素値が $\dots Z_k, Z_{k+1}, Z_{k+2}, \dots$ と表されているとき、画素数1/2倍に画素値を減らした補間点における画素値を $\dots Z_{pk-1}, Z_{pk}, Z_{pk+1} \dots$ とすると、補間点における画素値は、

$$Z_{pk} = -0.054Z_k + 0.143Z_{k+1} + 0.411Z_{k+2} + 0.411Z_{k+3} + 0.143Z_{k+4} - 0.054Z_{k+5}$$

$$Z_{pk+1} = -0.054Z_{k+2} + 0.143Z_{k+3} + 0.411Z_{k+4} + 0.411Z_{k+5} + 0.143Z_{k+6} - 0.054Z_{k+7}$$

のように求めることができる。上式のそれぞれの係数は、倍率が固定されているため決まった係数であり、補間曲線を求める必要がないため、高速な処理を行うことができる。この場合、1次元のものを考えているが、1次元フィルタを「最初x方向、次にy方向」と2段階で処理する方法や、1次元フィルタを2次元フィルタに拡張して6×6サイズ等の2次元フィルタを用いてもよい。また、ここでは2次元の静止画像における実施例しか挙げていないが、これだけに限る話ではない。動画像や3次元画像(Voxel)における画像縮小も可能である。更に、動画像においては、サイズだけではなく時間に関しても同様に補間縮小すること

が可能である。

【0091】

また、画像変換部 14 で行われる処理は、図 4 に示すフローチャートのような処理にすることが可能である。図 4 のフローチャートは、画素数 1/2 倍の画像変換を繰り返し行って得られる中間画像の作成条件が異なる場合のフローチャート（図 3 のステップ 206 の判定条件が異なる）であり、同一のステップは、説明を省略する。

【0092】

図 3 のフローチャートで得られる中間画像は、設定された画素数よりも多い画素数の画像であるが、図 4 のフローチャートで得られる中間画像は、ステップ 220 の判定条件を設定された画素数により近い画素数の中間画像を得るための条件が設定されている。

【0093】

この設定条件は、例えば、中間画像の画素数から設定された画素数を差し引いた絶対値が設定された画素数の 1/2 よりも小さくなる条件（ $|W - W_x| \leq W_x / 2$ 、 $W \geq W_x / 2$ 、 $|H - H_x| \leq H_x / 2$ 、 $H \geq H_x / 2$ ）とすることにより設定された画素数により近い中間画像となる。すなわち、上述の式の解より、ステップ 220 の判定条件を「 $2W \leq 3W_x$ 、又は、 $2H \leq 3H_x$ であるか否か」とすることにより、設定された画素数により近い画素数に近づけられた中間画像を得ることができる。そのため、ステップ 212 で行われるキュービックスプライン補間演算は、画素数を多く、又は、少なくすることによって最終的に設定された画素数に変換される。

なお、第 1 実施形態では、制御部 50 の制御により画素数 1/2 倍の画像変換を補間処理部 52 に繰り返し行わせ、設定された画素数に近い画素数の中間画像を生成させる。作成された中間画像に対してキュービックスプライン補間演算を行わせることにより最終的に設定された画素数に変換する構成としたが、図 5 に示すように、制御部 50 と補間処理部 52 を補間処理部 A 54 と補間処理部 B 56 に置き換えて構成するようにしてもよい。この場合、補間処理部 A 54 では、

入力部 4 8 に入力された設定値に応じて画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行う回数が決定され、決定された回数に従って、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を行い設定された画素数に近い画素数の中間画像を生成される。補間処理部 B 5 6 では、補間処理部 A 5 4 によって生成された中間画像を設定された画素数へ変換する補間演算が行われる。また、補間処理部 A 5 4 及び補間処理部 B で行われる補間演算は、キュービックスプライン補間演算に限るものではなく、線形補間やLagrange補間等の補間によって行うものでもよい。

【0094】

また、本実施形態では、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行い、最後に任意倍率の画像変換を行うことによって設定された画素数の画像に変換する構成としたが、 $1/2$ 倍の画像変換を行う前に任意倍率の画像変換を行ってもよいし、 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行う途中に任意倍率の画像変換を行うようにしてもよい。

【0095】

また、第 1 実施形態では、画素数 $1/2$ 倍の画像変換を繰り返し行って中間画像を作成する際、図 6 (A) のように、原画像全体を繰り返し画像変換して中間画像を作成するようにしたが、図 6 (B) のように、部分画像について、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の画像変換を行い、続いて、次の部分画像について、繰り返し画素数 $1/2$ 倍の画像変換を行っていくことにより、中間画像を作成するようにしてもよい。また、このように中間画像を作成することにより、中間画像を作成演算する際のメモリを節約することが可能である。

【0096】

また、本実施の形態では、主にキュービックスプライン補間演算によって画像変換を行う構成として説明したが、他の補間法（例えば、線形補間やLagrange補間等）によって行うようにしてもよい。

[第 2 実施形態]

第 2 実施形態におけるデジタルラボシステムは、第 1 実施形態の画像変換部 1 4 の制御部 5 0 及び補間処理部 5 2 における処理が異なり、その他の構成については同一であるため説明を省略する。

【0 0 9 7】

第2実施形態では、制御部50は入力部48のキーボード48Kに入力される変換後の画素数の設定値に従って補間処理部52を制御することにより、写真フィルム100に記録されたコマ画像から多段階に画像変換を行うことによって設定された画素数の画像に変換する制御を行う。

【0 0 9 8】

補間処理部52は、制御部50の制御によって多段階の画像変換を行うように構成されている。なお、この多段階の画像変換は、例えば、入力部48に設定された変換倍率が2/9倍であった場合には、 $(29/45) \times (17/29) \times (10/17)$ のように3段階に分解し、29/45倍のキュービックスプライン変換、17/29倍のキュービックスプライン変換、10/17倍のキュービックスプライン変換というように3回の変換を行うことによって設定された画素数の画像に画像変換を行うものであり、多段階の画像変換はそれぞれ、縮小に用いるフィルタが $N \times N$ サイズで1/N倍未満に縮小する場合には、1/N倍以上の縮小（画像変換）を行う。上述の例の場合は、 4×4 サイズのフィルタを用いて1/4倍以上の変換を行う。

【0 0 9 9】

続いて、第2実施形態における作用を2/9倍に画像変換する場合を例に、第1実施形態と比較しながら説明する。

【0 1 0 0】

従来のキュービックスプライン補間を用いて例えば2/9倍に画像変換する場合には、補間係数として $c_{k-1} \sim c_{k+2}$ の4つの係数を用いる。このため、 4×4 サイズのフィルタを作用して縮小変換（画像変換）の画素値を決定していることになる。この様子を図7に示す。なお、図7は、簡単のため1次元で示す。

【0 1 0 1】

この時のフィルタは、

$$c_{k-1}(t) = (-t^3 + 2t^2 - t) / 2$$

$$c_k(t) = (3t^3 - 5t^2 + 2) / 2$$

$$c_{k+1}(t) = (-3t^3 + 4t^2 + t) / 2$$

$$c_{k+2}(t) = (t^3 - t^2) / 2$$

にAの場合には $t = 0$ を、Bの場合には $T = 0.5$ を代入することにより求め、表1に示すようになる。

【0 1 0 2】

【表1】

	Aの場合	Bの場合
$c_{k-1}(t)$	0	$-1/16$
$c_k(t)$	1	$9/16$
$c_{k+1}(t)$	0	$9/16$
$c_{k+2}(t)$	0	$-1/16$

【0 1 0 3】

従って、Aのフィルタからは4画素中1画素が、Bのフィルタからは4画素中4画素が用いられることになる。すなわち、画像全体の $5/9$ （2次元の場合は、 $25/81$ ）の画素しか変換された画像に反映されていないことになる。しかしながら、第2実施形態においては、 $2/9$ 倍に画像変換する際に、多段階に画像変換を行う。例えば、 $2/9 = (29/45) \times (17/29) \times (10/17)$ のように分解し、 $29/45$ 倍のキュービックスプライン補間、 $17/29$ 倍のキュービックスプライン補間、 $10/17$ 倍のキュービックスプライン補間を順に行う。

【0 1 0 4】

このように多段階に画像変換を行うことによって、第1実施形態と同様に、見かけ上 4×4 より大きなフィルタを用いたのと同様な処理を行うことができ、原画像の全ての画素を反映することができる。例えば、このように3回の画像変換を行ったことにより、変換された1画素につき元画素12画素（2次元の場合は、 12^2 画素）が対応しているとする、見かけ上 12×12 サイズのフィルタを用いた画像変換を行うことができる。

【0 1 0 5】

また、一般に $N \times N$ サイズのフィルタを用いて画像変換を行った場合には、1画素の計算に N^2 回の乗算を必要とする。このため、 4×4 サイズのフィルタを

3 回使用して画像変換を行う場合と、 12×12 サイズのフィルタを使用した場合の乗算回数を比較すると、元画像のサイズが縦 m 画素、横 n 画素とすると必要とされる乗算回数は図 8 のようになる。

【0 1 0 6】

図 8 (A) に示すように 12×12 サイズのフィルタを使用した場合には、乗算回数は、 $12^2 mn = 144$ 回となり、図 8 (B) に示すように 4×4 サイズのフィルタを使用して 3 段階に画像変換を行った場合の乗算回数は、 $\{4^2 + 4^2 (29/45)^2 + 4^2 (17/45)^2\} mn = 25 mn$ 回となり、この場合においては、 4×4 サイズのフィルタを 3 回使用する場合は、 12×12 サイズのフィルタを使用する場合に比べて計算時間が 17% となり、計算時間を短縮することができる。

【0 1 0 7】

なお、上述したように多段階に画像変換を行う場合には、後の方で行われた画像変換の 1 画素は、前の方で行われた画像変換の 1 画素に比べて、多くの元画素が反映されるため、前の方の画像変換に比べて、後の方の画像変換の倍率を 1 に近づけ、後の方の画像変換による画質の劣化を抑制するようにするほうが好ましい。例えば、 p_0, p_2, \dots, p_n 倍の画像変換を順に行う場合には、 $p_0 < p_1 < \dots < p_n < 1$ となるように変換倍率を分解する。

【0 1 0 8】

また、 $1/a$ 倍の画像変換を行うことは、元画像の a 画素毎に補間点を決めて補間することを意味し、 $N \times N$ サイズのフィルタを用いて画像変換を行う場合には、少なくとも $1/N$ 倍以上の画像変換を行わないと画像変換後の画素に反映されない画素が生じることになる。従って、多段階に画像変換を行う場合には、 $1/N$ 倍以上の倍率の画像変換のみを組み合わせることが好ましい。

〔第 3 実施形態〕

第 3 実施形態におけるデジタルラボシステムは、第 1 実施形態及び第 2 実施形態に係るデジタルラボシステムに対して、画像変換部 14 の構成が異なり、その他の構成については、第 1 実施形態及び第 2 実施形態と同一であるため説明を省略する。

【0 1 0 9】

第3実施形態の画像変換部14は図9に示すように、変換する画素数の設定値を入力するキーボード48Kを備える入力部48、線形補間を用いて画像変換を行う第1補間処理部76、キュービックスプライン補間を用いて画像変換を行う第2補間処理部78、第1補間処理部76及び第2補間処理部78を制御する制御部74、画像メモリ46、及び画像処理部58によって構成されている。

【0 1 1 0】

第1補間処理部76は、線形補間により1/2倍の画像変換を行う。線形補間は、原画像を読み取ることによって得られた原画像データ $\{Z_k\}$ を各区間毎に1次関数 $\{f_k\}$ で結び、補間点の設定位置における f_k の値を補間画像データとするものであり、連続する元画像の画素 X_k 、 X_{k+1} の画像データを Z_k 、 Z_{k+1} とし、区間 $X_k X_{k+1}$ で設定される1次関数を f_k とすると、

$$f_k(X) = (Z_{k+1} - Z_k) (X - X_k) / (X_{k+1} - X_k) + Z_k \quad \dots (17)$$

区間を区間0～1になるように規格化($t = (X - X_k) / (X_{k+1} - X_k)$)とすると、式(17)は、

$$f_k(t) = (Z_{k+1} - Z_k) t + Z_k = (1 - t) Z_k + t Z_{k+1} \quad \dots (18)$$

となる。従って、原画像データ Z_k 、 Z_{k+1} に対応する補間係数 $c_k(t)$ 、 $c_{k+1}(t)$ は式(18)より

$$c_k(t) = 1 - t$$

$$c_{k+1}(t) = t$$

となる。

【0 1 1 1】

線形補間により1/2倍の画像変換を行う場合、原画像の画素位置と補間点の画素位置を揃えて補間すると、単純な1/2画素間引きになって画質が劣化して

しまう。そこで、本実施形態における線形補間は、0.5画素ずらし補間を行う。このときの補間係数は、 $t = 0.5$ を代入することにより、 $c_k(t) = c_{k+1}(t) = 0.5$ となるフィルタを用いればよいことになる。

【0112】

また、第2補間処理部78は、第1実施形態で説明した0.5画素ずらしキュービックスプライン補間及び通常の任意倍率のキュービックスプライン補間によって画像変換を行う。

【0113】

続いて第3実施形態における作用を1/20倍に画像変換する場合を例に挙げて説明する。

【0114】

入力部48に1/20倍の画像変換倍率が設定されると制御部74によって第1補間処理部76と第2補間処理部78によって行われる画像変換倍率が決定される。例えば、第1補間処理部76では、1/2倍の線形補間を2回、第2補間処理部78では、1/2倍の0.5画素ずらしキュービックスプライン補間が2回と4/5倍のキュービックスプライン補間を行うように制御部74によって制御される。

【0115】

そして、画像メモリ46に一時的に記憶された画像データが第1補間処理部76に出力され、第1補間処理部76で上述したように1/2倍の線形補間が実行される。そして、1/4倍に画像変換された画像データが第2補間処理部78に出力され、第2補間処理部78によって、0.5画素ずらしキュービックスプライン補間及び任意倍率キュービックスプライン補間が実行されて最終的に1/20倍に画像変換された画像データが画像処理部58に出力される。

【0116】

第2実施形態で説明したように、多段階に画像変換する場合には、前の方の画像変換に比べて画質に対する影響は、後の方の画像変換の方が大きい。すなわち、第3実施形態では、第1補間処理部76によって処理速度を重視した画像変換を行い、第2補間処理部78では画質を重視した画像変換を行うことによって、

処理速度と画質劣化を両立した画像変換を行うことができる。

【0 1 1 7】

なお、第 1 補間処理部 7 6 及び第 2 補間処理部 7 8 により行われる補間処理は、処理速度重視・画質劣化重視の補間処理であれば、線形補間・キュービックスプライン補間に限るものではない。また、第 1 補間処理部 7 6 及び第 2 補間処理部 7 8 において 2 種類の補間処理を行うようにしたが、速度・画質に差がある 3 種類以上の補間処理を順に行うようにしてもよいし、第 1 実施形態のように 1 / 2 倍画像変換を繰り返し行う処理とを組み合わせる画像変換を行うようにしてもよい。

【0 1 1 8】

また、上記の実施の形態では、写真フィルムを読取って補間処理を行うデジタルラボシステムを例に説明したが、これに限定されるものではなく、原稿として印画紙や普通紙、感熱紙等の記録材料（反射原稿等）を適用し、記録材料に記録された画像を読取って拡大縮小等の画像変換を行う際に補間処理を行うもの（例えば、複写機等）に本発明を適用することも可能である。

【0 1 1 9】

更に、上記の本実施の形態で行われる補間処理（図 3、図 4 のフローチャートで行われる処理等）をプログラムとしてフロッピーディスク、ハードディスク等の記録媒体に記録し、コンピュータによって読取って補間処理を行う構成としてもよい。

【0 1 2 0】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明は、計算処理効率を向上し、且つ、画像変換後の画質を従来に比べて向上することができるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施の形態に係るデジタルラボシステムの概略構成図である。

【図 2】

本発明の実施の形態で作成される中間画像の作成時の補間方法を表す図である

【図 3】

本発明の実施の形態に係るデジタルラボシステムの画像変換部で行われる処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 4】

本発明の実施の形態に係るデジタルラボシステムの画像変換部で行われる処理の流れの一例を示すフローチャートである。

【図 5】

画像変換部の構成の一例を示すブロック図である。

【図 6】

本発明の実施の形態で作成される中間画像の作成を表す図である。

【図 7】

第 3 実施形態に係る画像変換部の構成を示すブロック図である。

【図 8】

4 × 4 サイズのフィルタを用いて行う画像変換を説明するための図である。

【図 9】

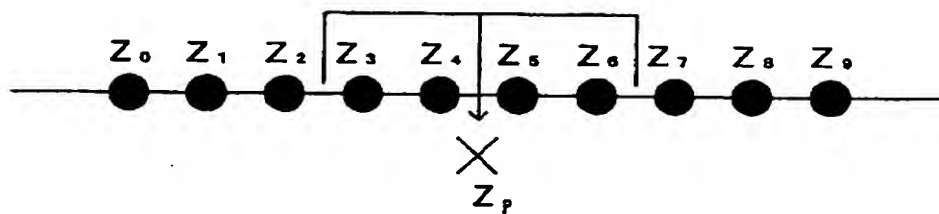
(A) は 1 2 × 1 2 サイズのフィルタを用いて画像変換を行ったときの乗算回数を説明する図であり、(B) は 4 × 4 サイズのフィルタを用いて 3 段階の画像変換を行ったときの乗算回数を説明する図である。

【符号の説明】

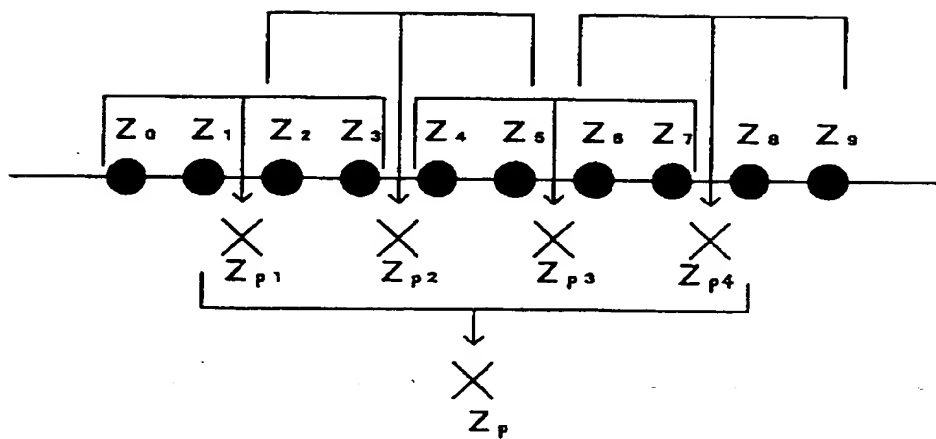
1 4	画像変換部
4 8	入力部
5 0	制御部
5 2	補間処理部
5 4	補間処理部 A
5 6	補間処理部 B
7 4	制御部
7 6	第 1 補間処理部
7 8	第 2 補間処理部

【図 2】

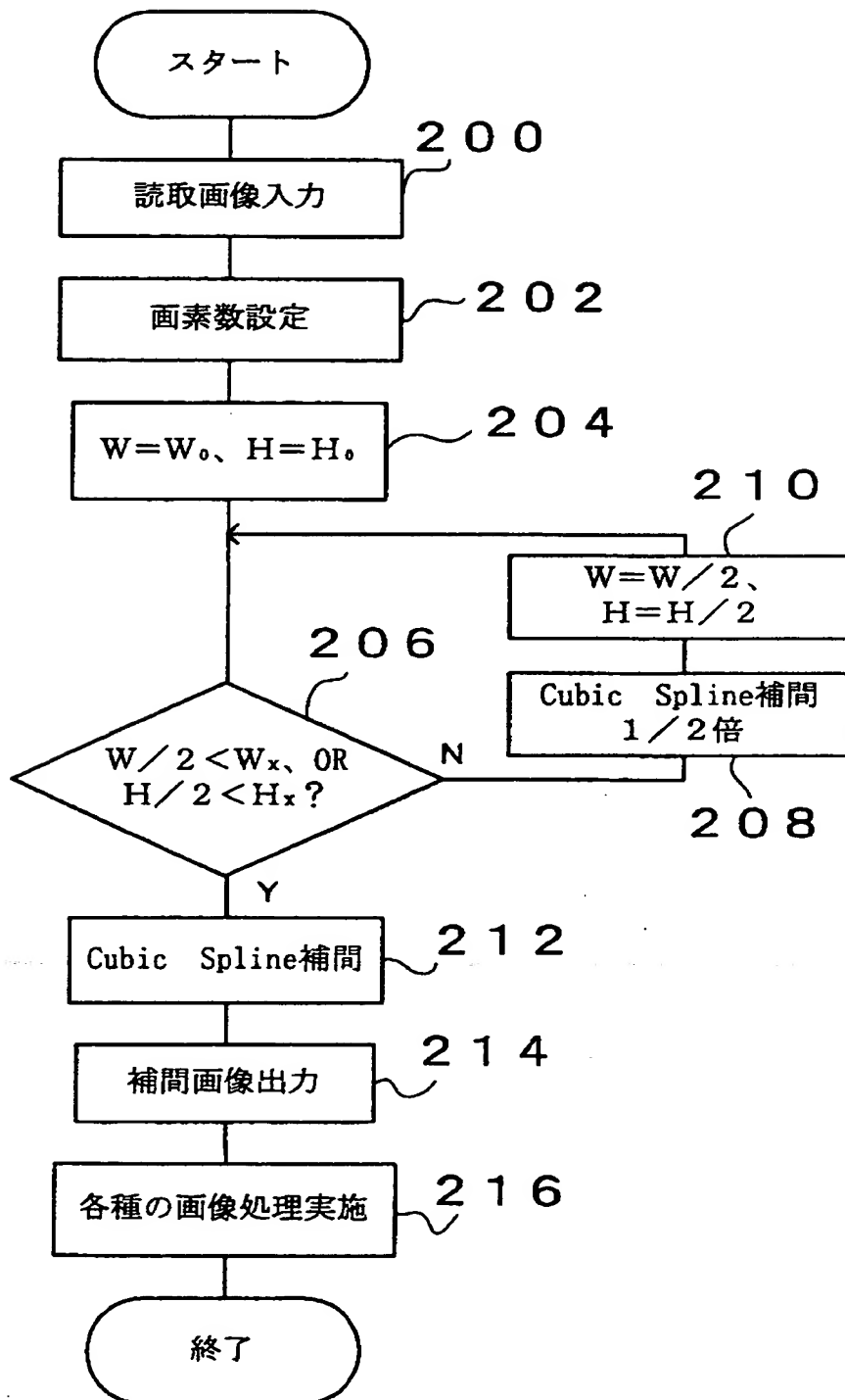
(A)



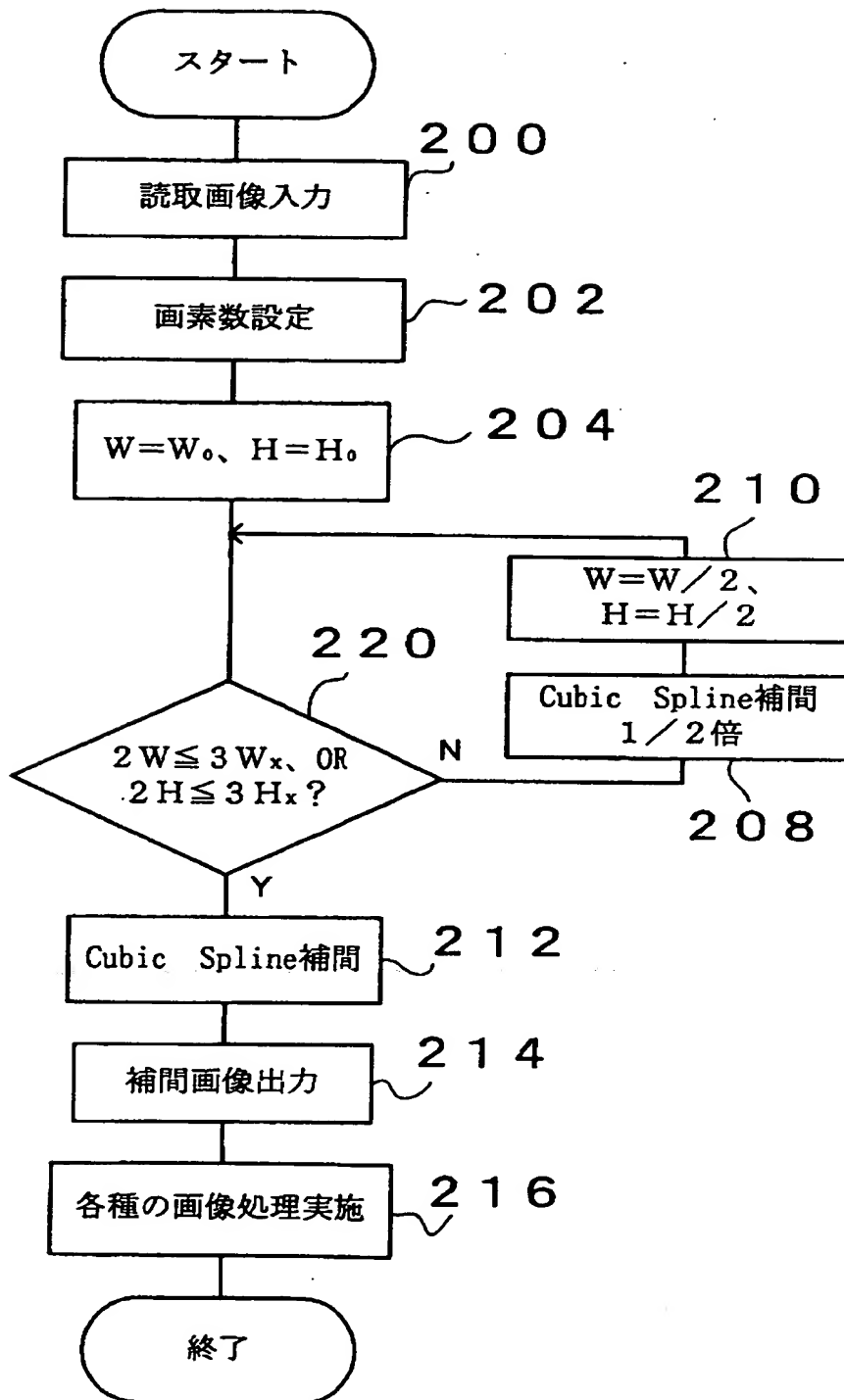
(B)



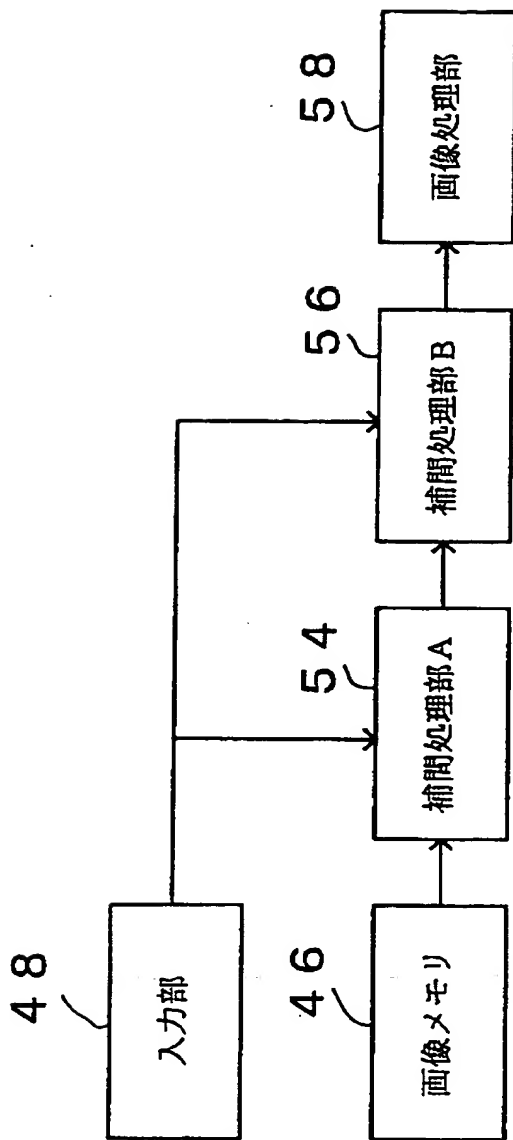
【図 3】



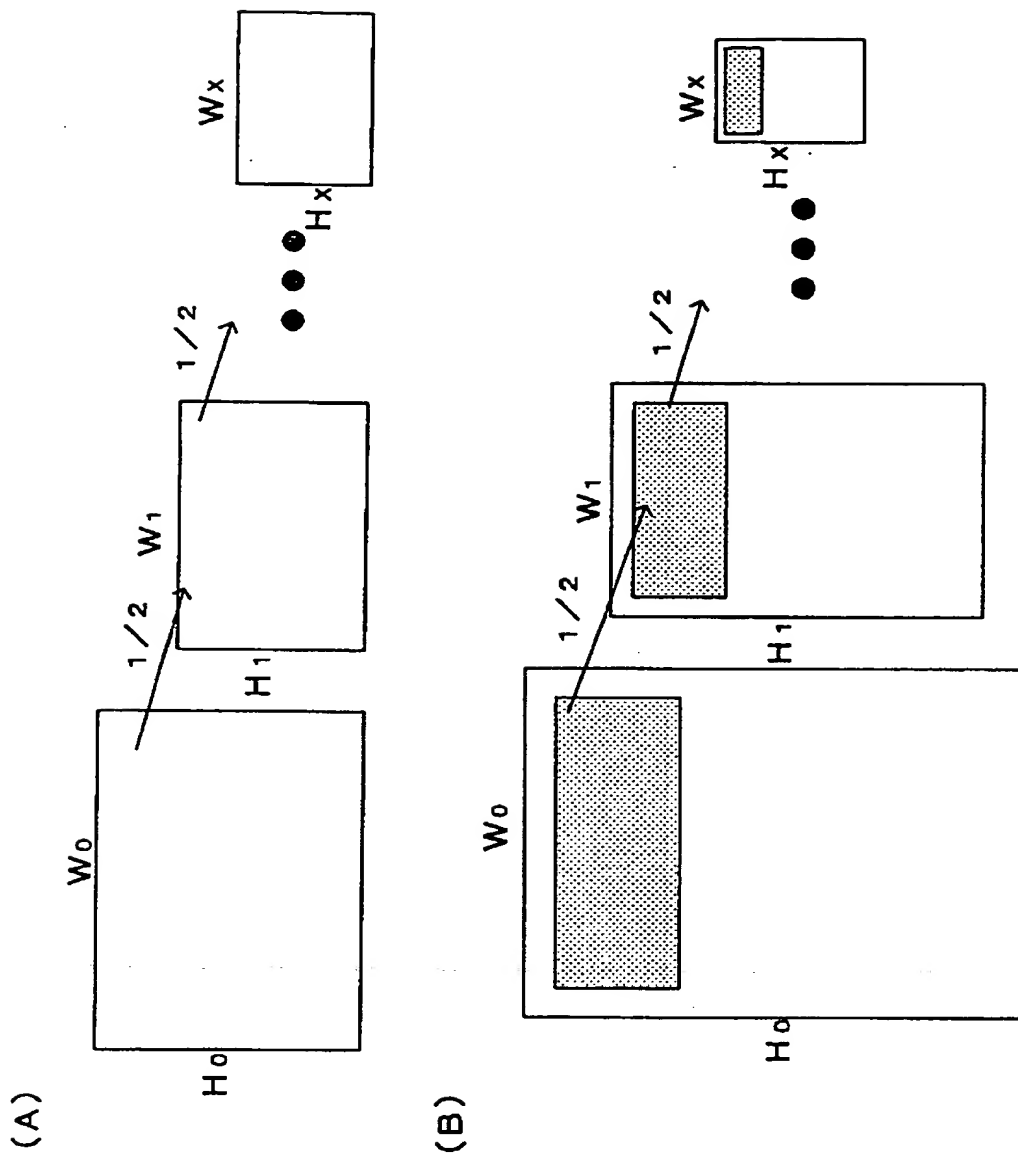
【図4】



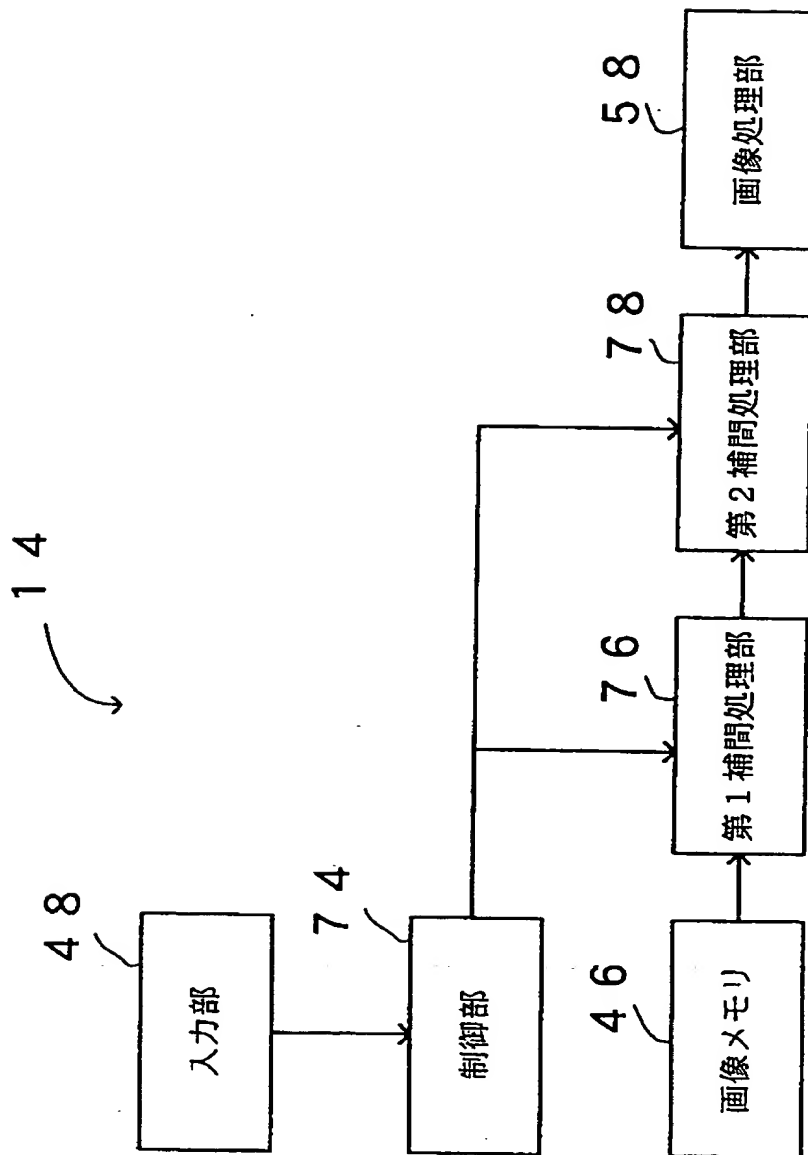
【図 5】



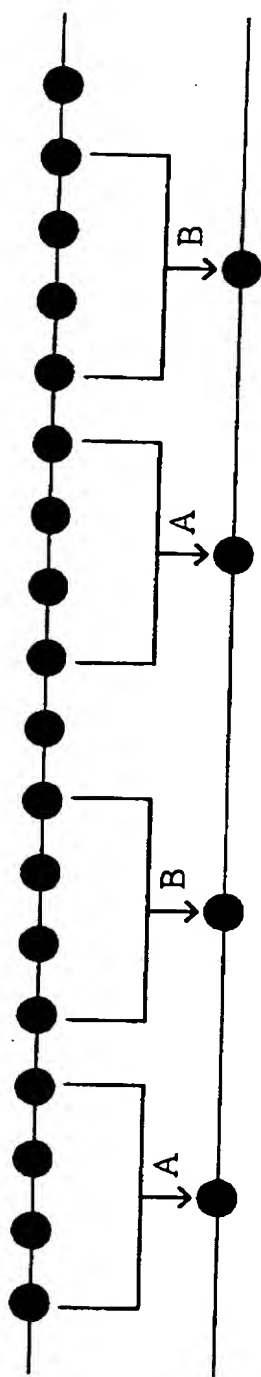
【図 6】



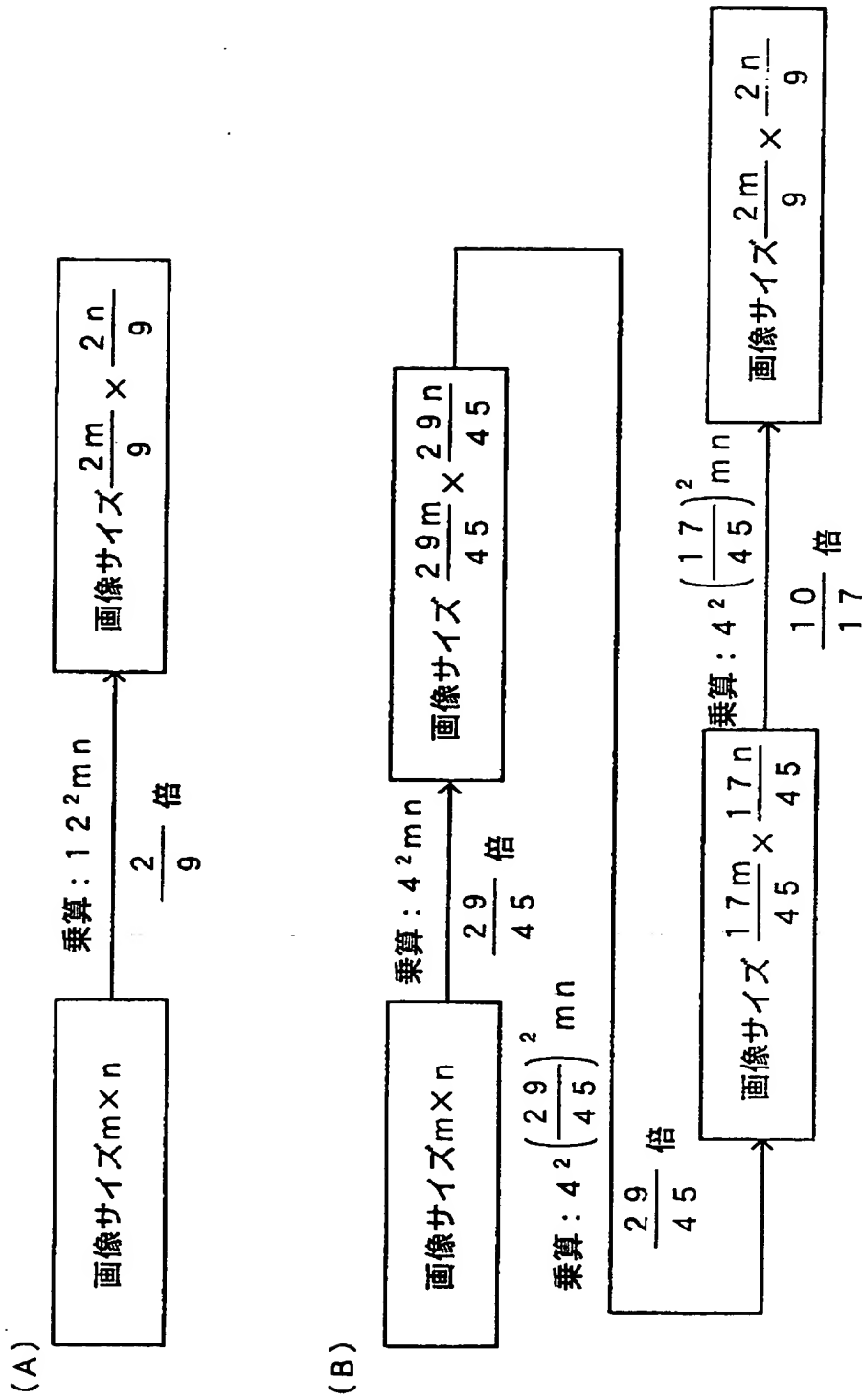
【図 7】



【図 8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明は、画像変換時の計算処理効率を向上し、且つ、画像変換後の画質を従来よりも向上することが目的である。

【解決手段】 画素数 1 / 2 倍の画像変換を繰り返し行うことによって、設定された画素数に近い画素数の中間画像を作成し（2 0 6 ~ 2 . 1 0）、中間画像を更に画像変換する（2 1 2）ことにより、設定された画素数の画像データを得る。

【選択図】 図 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フイルム株式会社